



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantosolun kehitys

Jussi-Petteri Miinalainen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

MIINALAINEN, JUSSI-PETTERI:
Tuotantosolun kehitys

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 17 sivua
Joulukuu 2015

Tämä opinnäytetyö käsittelee Teknikum Oy:n yhdelle kerrospuristimelle tehtyä kehitystyötä. Kehitystyön tavoitteena oli kerrospuristimen saannon lisääminen pienentämällä koneen valmiusaikaa. Opinnäytetyön toisena tavoitteena oli työohjeen luominen tehtävien kehitystoimenpiteiden standardisoimiseksi. Kehitystyö alkoi työmittauksella. Työmittaustulosten perusteella tuotantosolua kehitettiin käyttäen modulaarisen kaizenin kehitystyökaluja.

Kerrospuristimen valmiusaika saatiin pienennettyä tavoitteiden vaatimalle tasolle. Valmiusaikaa pienennettiin uusilla apuvälineillä sekä työohjeella, jota noudattamalla tavoitteiden mukainen valmiusaika on saavutettavissa.

Työntekijöiden muutosvastaisuuden varalta työnjohdon tulisi keskustella työntekijöiden kanssa uuden työohjeen noudattamisen varmistamiseksi. Tuotantosolun saantoa ei enää ole mahdollista nostaa valmiusajan pienentämisellä, jatkossa kehitettäviä kohteita ovat esimerkiksi tuotantosolun turvallisuus ja järjestys.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Industrial Engineering and Management

MIINALAINEN JUSSI-PETTERI:
Development of a Production Cell

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 17 pages
August 2015

This bachelor's thesis was made for Teknikum Ltd. The aim of this study was to increase productivity of one of their production cells. Development actions were standardized by making new work instructions. Development started by performing a time and motion study on the production cell. The data collected in this study was then used to develop the production cell by using tools from Modular Kaizen.

Productivity of the production cell was increased to a level which fulfilled the objective set in the beginning of this study. Productivity was increased by new tools and work instructions. Following the work instructions makes it possible for workers to fulfill the new productivity goals.

It is now up to the management to ensure that workers follow the new work instructions. Productivity of the production cell cannot be increased any further. Future development should be focused on safety and organization of the production cell.

Key words: kaizen, time and motion study, dmaic

SISÄLLYS

1	LYHENTEET JA TERMIT	5
2	JOHDANTO.....	6
3	TEKNIKUM OY	7
4	TYÖNTUTKIMUS	8
4.1	JÄRKIPERÄINEN JOHTAMINEN.....	8
4.2	TYÖNTUTKIMUKSEN OSA-ALUEET.....	11
4.3	TYÖNMITTAUS.....	12
4.3.1	TYÖNMITTAUSTAVAT	12
5	JATKUVA PARANTAMINEN.....	14
5.1	KAIZEN.....	14
5.1.1	MODULAARINEN KAIZEN	17
6	KEHITYSKOHTTEEN ESITTELY	22
7	KEHITYSTYÖ.....	23
7.1	TYÖNMITTAUS.....	23
7.2	TYÖMENETELMÄT.....	25
7.3	NOSTOAPUVÄLINE	27
7.4	IRROTUSAINNEEN SUIHKUTUS	29
8	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET.....	32
	Liite 1. Työohje	33

1 LYHENTEET JA TERMIT

DMAIC	Modulaarisen kaizenin ongelmanratkaisutyökalu
Normaaliaika	Aika joka keskinkertaisen ammattitaidon omaavalla työntekijällä kuluu tietyn työtehtävän suorittamiseen.
Valmiusaika	Aika, jolloin jalostusarvoa lisäävää työtä ei tehdä, koska koneenkäyttäjä tekee esimerkiksi käsityövaiheita.
Vaihtoaika	Valmiusaika

2 JOHDANTO

Kappaletavaratuotannossa pyritään maksimoimaan koneiden käyttöastetta jalostusarvon tuottamisen maksimoiseksi. Koneenkäyttäjän tekemät työt koneen odotusajalla eivät tuota jalostusarvoa ja näitä töitä pyritäänkin usein minimoimaan.

Opinnäytetyö tehtiin Teknikum Oy:n Vammalan tehtaalle ja sen tarkoituksena oli yhden tuotantosolun saannon lisääminen. Saantoa lisättiin työmenetelmien optimoimisella sekä uusien apuvälineiden hankinnalla. Tuotantosoluun ei aikaisemmin ole tehty työhöjeita, joten työntekijät ovat itse kehittäneet työtapansa. Opinnäytetyön tarkoituksena saannon lisäämisen lisäksi oli työtapojen standardointi työhöjeen luomisella.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään työntutkimusta sekä myös lyhyesti sen historiaa. Työntutkimukseen liittyy vahvasti jatkuva parantaminen, joten teoriaosuudessa käsitellään myös kaizenia, johon suurin osa nykyisin käytössä olevista jatkuvan parantamisen työkaluista perustuu. Kehitysosuudessa käsitellään apuvälinehankintoja sekä työmenetelmien optimointia.

3 TEKNIKUM OY

Teknikum Oy on vuonna 1989 perustettu polymeeriteknologian konserni. Teknikum valmistaa teollisuusletkuja ja letkuasennelmia sekä asiakaskohtaisesti suunniteltuja polymeerituotteita. Palvelusegmenttiin kuuluvat lisäksi kulutuksen ja korroosion suojaukseen liittyvät tuote- ja palveluratkaisut.

Suomessa Teknikumilla on toimintaa kolmella paikkakunnalla. Vammalassa yhtiöllä on letku- ja muottituotetuotantoa. Kiikan tehtaalla tehdään esimerkiksi kumiointia, jolla tarkoitetaan teräksen päällystämistä kumilla tai muilla elastomeereillä korroosio- ja kulutusvaurioiden estämiseksi. Keravalla toimii yhtiön sekoitustehdas, jossa valmistetaan kumisekoituksia niin yhtiön omille tehtaille kuin myös ulkopuolisille kumituotteita valmistaville yrityksille. Teknikumilla on lisäksi myyntiyhtiöt Saksassa ja Venäjällä sekä tuotantoyhtiö Kiinassa. Teknikumin koko konsernin henkilöstömäärä on noin 440 henkilöä ja liikevaihto noin 50 miljoonaa euroa.

(Teknikum Oy, Konserniesite)

4 TYÖNTUTKIMUS

Tuottavuuden kehittämisessä käytettäviä systemaattisia menetelmiä ja tekniikoita kutsutaan yleisnimityksellä työntutkimus. Työntutkimuksella pyritään kehittämään taloudellisimpia, tehokkaimpia ja turvallisimpia työmenetelmiä ja -olosuhteita. Työntutkimuksessa tarkastellaan kaikkia työn tekemiseen ja työsuoritukseen liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat työsuorituksen tehokkuuteen, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen. Työntutkimuksen päätavoitteena on vakiinnuttaa kehitetyt työmenetelmät, opastaa uudet työmenetelmät työntekijöille sekä selvittää uusilla työmenetelmillä työhön vaadittava aika.

(EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 5)

Tutkimuskohteena voi henkilön lisäksi olla kone, siten työjakso voidaan jakaa eri aikalajeihin koneen näkökulmasta. Työjakso voidaan jakaa esimerkiksi kolmeen eri aikalajiin seuraavalla tavalla:

- 1) Koneaika, jolloin kone on toiminnassa.
- 2) Valmiusaika, jolloin jalostusarvoa lisäävää työtä ei tehdä, koska koneenkäyttäjä tekee esimerkiksi käsityövaiheita.
- 3) Seisonta-aika, jolloin kone ei ole käytettävissä esimerkiksi kunnossapidon vuoksi.

Työjakson jakaminen aikalajeihin on kannattavaa mittaustulosten käsittelyn ja hyödyntämisen helpottamiseksi.

(EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 11; 14)

4.1 JÄRKIPERÄINEN JOHTAMINEN

Työntutkimuksen oppi-isänä voidaan pitää 1900-luvun alussa vaikuttanutta yhdysvaltalaista Frederick Tayloria. Taylor kutsui toimintatapojaan tieteelliseksi johtamiseksi. Hänen johtamistapaansa kuului viisi perusperiaatetta:

- 1) Systemaattinen työn seuraaminen mahdollistaa työn eri vaiheiden tunnistamisen, niiden järjestämisen optimaaliseen järjestykseen sekä turhien vaiheiden poiston

- 2) Työntekijät rekrytoidaan ja koulutetaan työtehtäviin, joiden suorittamiseen työntekijöillä on heidän fyysisten ominaisuuksiensa perusteella parhaimmat mahdollisuudet
- 3) Työnjohtajat ovat vastuussa töiden suunnittelusta, koordinoinnista ja kontrolloinnista
- 4) Työntekijöiden tulee käyttää kehitettyjä työmenetelmiä
- 5) Tehokkuutta tulee tavoitella

(Evans & Holmes 2013, 17-18.)

Taylorin johtamisperiaatteiden pohjalta on kehittynyt järkiperäinen johtamistapa (engl. ”rationalized management”). Järkiperäinen johtamistapa asettaa vastuun työn tuottavuudesta johtajille työntekijöiden sijaan. Työntekijöille ”ei makseta ajattelusta”, joten työmenetelmien kehittäminen on johtajien vastuulla. Yksi järkiperäisen johtamistavan perusajatuksista on, että työn tehokkuus riippuu johtamisen laadusta. Organisaatiot ovat mieluummin hyvin johdettuja kuin hyvin työskenneltyjä.

(Evans & Holmes 2013, 25-26.)

Vaikka Taylorin johtamisfilosofian harjoittaminen nykypäivänä ei ole suositeltavaa, moni nykyisistä johtamisfilosofioista on saanut pohjansa juuri Taylorilta. Taylorin johtamistavassa suurimpia ongelmia ovat johtajien ja työntekijöiden huomattava eriarvoisuus sekä työntekijöiden motivoinnin puute. 1900-luvun aikana useat tutkijat ovat kehittäneet Taylorin johtamistapaa. Hänen alkuperäiset viisi perusperiaatetta ovat muuttuneet seuraaviksi:



















- 1) Ryhmätyöskentely ja työtehtävien kierto
- 2) Tuntipalkkajärjestelmä sekä tuottavuuteen perustava lisä
- 3) Työntekijät rekrytoidaan heidän psykometrisen profiilinsa, työyhteisöön sopivuuden sekä teknisten taitojen perusteella
- 4) Itseohjautuvat työryhmät, joita tukee keskitetysti asiantuntijaryhmä
- 5) Tuotannon jatkuva parantaminen

Nykyisin käytetyistä johtamisfilosofioista esimerkiksi Lean ja Total Quality Management hyödyntävät näitä viittä perusperiaatetta. Uusi lähestymistapa johtamiseen onkin muuttanut työympäristöjä inhimillisemmäksi verrattaessa Taylorin aikakauteen.

(Evans & Holmes 2013, 48-49.)

Työntutkimukseen pohjan ovat antaneet myös Frank ja Lillian Gilbreth. Gilberthit kehittivät menetelmätutkimuksen, joka perustuu 12 liikkeeseen, therbligiin (Kuvio 1). Heidän järjestelmänsä perustui taloudelliseen liikkumiseen. Työntekijää seurattiin ja hänen työskentelystään luotiin prosessikaavio. Prosessikaavion avulla kyettiin tunnistamaan turhat liikkeet sekä optimoimaan tarpeellisten liikkeiden järjestys.

(Evans & Holmes 2013, 2)

Therblig	Color	Symbol/Icon	Therblig	Color	Symbol/Icon
* Search	Black		Use	Purple	
Find	Gray		Disassemble	Violet, Light	
* Select	Light Gray		* Inspect	Burnt Orange	
Grasp	Lake Red		Pre-Position	Sky Blue	
* *Hold	Gold Ochre		Release Load	Carmine Red	
Transport Loaded	Green		Unavoidable * Delay	Yellow Ochre	
Transport Empty	Olive Green		Avoidable * Delay	Lemon Yellow	
* Position	Blue		* Plan	Brown	
Assemble	Violet, Heavy		* Rest for overcoming fatigue	Orange	

KUVIO 1. Therbligit (Clinmedjournals)

4.2 TYÖNTUTKIMUKSEN OSA-ALUEET

Työntutkimukseen kuuluu sen tavoitteidensa mukaisesta neljä osa-aluetta:

- 1) menetelmätutkimus
- 2) työn vakiinnuttaminen
- 3) työnopastus
- 4) työnmittaus

Menetelmätutkimus tarkoittaa järjestelmällistä taloudellisen, turvallisen ja tehokkaan työmenetelmän kehittämistä tietyn työn tekemiseksi. Menetelmätutkimuksessa tavoitteena on tuotantokustannusten alentumisen kautta saavutettava tuottavuuden parantuminen sekä parantunut ergonomia ja työturvallisuus. Menetelmätutkimukseen sisältyy usein myös jo olemassa olevien työmenetelmien kehittäminen, esimerkiksi jatkuvan parantamisen menettelytapojen avulla.

Työn vakiinnuttamisella varmistetaan se, että tehokas menetelmä on käytössä kaikilla työntekijöillä. Työn vakiinnuttamisessa hyödynnetään esimerkiksi työohjeita ja menetelmien standardisointia.

Työnopastuksella tarkoitetaan työntekijöiden perehdytystä työhön, työmenetelmiin ja työvaiheisiin. Sillä varmistetaan, että työntekijät osaavat tehokkaat ja turvalliset työmenetelmät.

Työnmittaus tarkoittaa tiettyyn työtehtävään tarvittavan ajan määrittämistä, kun käytetään tiettyä työmenetelmää. Ennen työnmittausta tulisi aina tehdä menetelmätutkimus, jotta varmistutaan mitattavan menetelmän tehokkuudesta.

(EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6-7)

4.3 TYÖNMITTAUS

Työnmittauksella selvitetään aika, joka kesinkertaisen ammattitaidon omaavalla työntekijällä kuluu tietyn työtehtävän suorittamiseen. Mittaus tehdään työntekijän työtä häiritsemättä normaalissa työskentelytilanteessa. Periaatteena työnmittauksessa on avoimuus, seurattavalle työntekijällä kerrotaan tutkimuksen käyttötarkoitus sekä käytettävät menetelmät. Työnmittauksessa työ jaotellaan pienempiin osiin. Työ voidaan jakaa esimerkiksi työvaiheisiin, liikesarjoihin tai jopa perusliikkeisiin. Sopiva jaottelu valitaan mittauksen tarkoituksen perusteella.

(EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24)

4.3.1 TYÖNMITTAUSTAVAT

Ajanmäärittäysmenetelmä ja sen tarkkuustaso määritellään tutkimuksen tavoitteiden perusteella. Työnmittausmenetelmiä ovat esimerkiksi:

- 1) havainnointitutkimus
- 2) normaaliaikatutkimus
- 3) ajankäyttötutkimus

Tutkittaessa ajankäytön jakautumista käytetään ajankäyttötutkimusta tai havainnointitutkimusta. Tarkkojen aika-arvojen mittaamiseen soveltuu parhaiten normaaliaikatutkimus.

Havainnointitutkimuksessa eri tapahtumat erotellaan aikalajien perusteella ja niiden suhteellista esiintymistä havainnoidaan. Tutkimus on laaja-alainen ja sillä voidaan selvittää esimerkiksi kokonaisajankäyttöä, työturvallisuutta, ergonomiaa ja työryhmien työskentelyä.

Normaaliaikatutkimusta käytetään toistuvien ja käsin tehtävien töiden normaaliajan määrittämiseen. Tutkimuksessa työ jaetaan osiin, joiden kesto mitataan kellolla. Työn osien jaottelu ja tarvittavien aikahavaintojen määräytyvät tutkimuksen mittaustarkkuuden mukaan.

Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa työntekijän toimintoja seurataan ja kirjataan pidemmän ajanjakson kuluessa. Ajankäyttötutkimus soveltuu esimerkiksi koneen ja koneenhoitajan toiminnan selvittämiseen. Ajankäyttötutkimuksessa tapahtumat erotellaan aikalajien perusteella esimerkiksi tekemisaikaan, apuaikaan ja häiriöaikaan. Jos ajankäyttötutkimusta halutaan käyttää normaaliajan laskentaan, myös apuajan jaottelu pienempiin osiin on mahdollista.

(EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24)

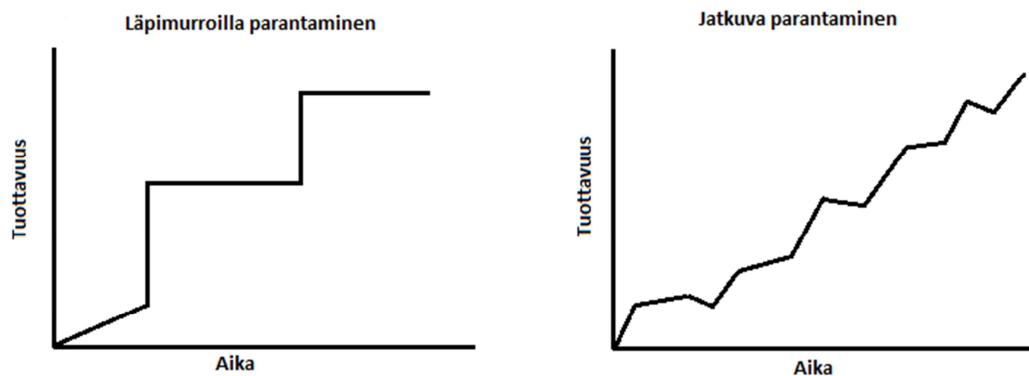
5 JATKUVA PARANTAMINEN

Yrityksen kasvu ja menestyminen edellyttävät jatkuvaa suorituskyvyn kehittämistä. Kilpailijoita nopeampi kehittyminen on pysyvä kilpailuetu. Menestyvä yritys sisällyttää menetelmätutkimukseen myös jatkuvan parantamisen menettelytavat varmistaakseen menestymisensä myös tulevaisuudessa. Näin jo kertaalleen hyväksi todettuja toimintatapoja kehitetään edelleen ja pidetään yritys tuottavana myös tulevaisuudessa. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 5)

5.1 KAIZEN

Kaizen on japaninkielinen sana, joka tarkoittaa muutosta parempaan tai jatkuvaa parantamista. Aiheesta kirjoittaneen Masaaki Imain mukaan, ”seuraavaan suureen keksintöön keskittyminen on kallis ja riskialtis toimintatapa”. Kaizenin perusajatuksena onkin pienien päivittäisten parannushankkeiden tekeminen ja ideoiminen. Nämä pienet kehityshankkeet ovat halpoja ja riskittömiä, koska hankkeen epäonnistuessa on aina mahdollista palata vanhoihin menetelmiin. Onnistuneet kehityshankkeet pienentävät tuotantokuluja, nostavat tuottoja ja tätä kautta rahoittavat ”seuraavan suuren keksinnön”.

(Moore 2006, 160)



KUVIO 2. Läpimurroilla parantaminen verrattuna jatkuvaan parantamiseen
(mukaillen, Duffy 2013, 5)

Kuviossa 2 on esitetty läpimurroilla parantamisen ja jatkuvan parantamisen ero tuottavuuden kasvattamisessa. Läpimurroilla parannettaessa prosessiin tehdään suuria ja usein kalliita muutoksia, joilla tavoitellaan mittavaa tuottavuuden kasvua. Läpimurroilla parantamisella on huono maine, joka johtuu sille tyypillisestä tavasta aiheuttaa muutoksia organisaatorakenteeseen. Läpimurroilla parantamista käytetään tavoiteltaessa mittavia kulujen leikkauksia, tyypillisesti henkilökunnan määrän vähentämisellä. Läpimurroilla parannettaessa usein puhutaan ”tyhjältä pöydältä” aloittamisesta. Useimmiten nykyinen organisaatorakenne ja työmenetelmät unohdetaan ja kumpikin suunnitellaan täysin uudelleen. Läpimurroilla parantaminen tunnetaan epäonnistumisista sekä sen aiheuttamista psykologisista ongelmista organisaatiossa.

(Duffy 2013. 15;19)

Kaizen ei ole lyhyt kehitysprojekti, vaan pitkän tähtäimen muutos yrityksen toimintatavoissa. Kaizenia toteutetaan pajatasolla (jap. ”gemba”), ja Imain mukaan onkin tärkeää, että yrityksen johto vierailee siellä useasti ymmärtääkseen työmenetelmät ja niiden ongelmat. Työntekijät tuntevat käytettyjen työmenetelmien ongelmat parhaiten, joten Imain mukaan heidän on myös ratkaistava nämä ongelmat itse. Johdon onkin kannustettava työntekijöitään keksimään kehitysideoita. Työntekijöiden osallistuminen kehitykseen on tärkeää, koska kaizenin toteutuminen vaatii jokaiselta työntekijältä kaizenin kolmen perussäännön noudattamista.

(Moore 2006, 164-165)

- 1) kunnossapito ja järjestys (5S)
- 2) standardisointi
- 3) hukan eliminointi

Kaizenissa työympäristön järjestyksestä ja sen ylläpidosta huolehditaan 5S-työkalulla. 5S on viisiportainen järjestelmä, joka auttaa tunnistamaan työympäristön siisteysongelmat sekä ylläpitämään järjestystä. 5S:ää käytetään kaizenissa, koska siisti ja järjestelmällinen työpiste helpottaa hukan tunnistamista työmenetelmissä. 5S-järjestelmä on esitetty kuviossa 3.

(Sarkar 2006, 1-2)

5S Explanation



KUVIO 3. 5S-järjestelmä (Kaizenworld)

Toinen kaizenin perussäännöistä on standardisointi. Standardit kuvaavat parasta, helpointa ja turvallisinta tapaa tehdä tietty työ. Standardien käyttö varmistaa ammattitaidon ja tietotaidon säilymisen, sekä luo perusteet uusien työntekijöiden kouluttamiselle. Standardien ylläpitäminen ehkäisee toistuvien virheiden syntyä sekä vähentää laatuvariaatiota.

(Moore 2006, 167)

Kaizenia käyttävät työyhteisöt keskittyvät tulosten sijaan itse tuotantoprosessiin. Kaizenin ajatuksena on, että oikeilla prosesseilla myös tulos on oikea. Hukalla tarkoitetaan työssä esiintyviä lisäarvoa tuottamattomia tapahtumia, esimerkiksi työntekijän tai työkalujen turhaa liikkumista prosessin aikana. Kaizen pyrkii poistamaan prosessista hukkaa. Hukan eliminointi on tehokas ja usein edullinen nostaa tuottavuutta ja vähentää kustannuksia.

(Moore 2006, 167)

5.1.1 MODULAARINEN KAIZEN

Modulaarinen kaizen (eng. Modular Kaizen) on Yhdysvalloissa vuosien 2009 ja 2010 aikana kehitetty ongelmanratkaisu- ja prosessinkehitystyökalu. Modulaarinen kaizen on kehitetty vanhempien menestyksekkäiden kaizeniin perustuvien johtamisfilosofioiden pohjalta. Modulaarinen kaizen hyödyntää kehitystyökaluja muun muassa Leanista ja Six Sigmasta. Modulaarinen kaizen perustuu oletetun suorituskyvyn määrittämiseen, tavoitteiden asettamiseen sekä tehokkaiden prosessien kehittämiseen ja toteuttamiseen. (Duffy 2013, 3-4)

Modulaarisessa kaizenissa prosesseja kehitetään 7-portaisella järjestelmällä.

- 1) Ongelman määrittäminen ja ymmärtäminen
- 2) Tiedon kerääminen ja analysointi, juurisyyn etsiminen
- 3) Parhaiden ratkaisujen määrittäminen
- 4) Parhaan ratkaisun valinta
- 5) Toimintasuunnitelman luonti
- 6) Toteutus ja dokumentointi
- 7) Onnistumisen arviointi

(Duffy 2013, 10)

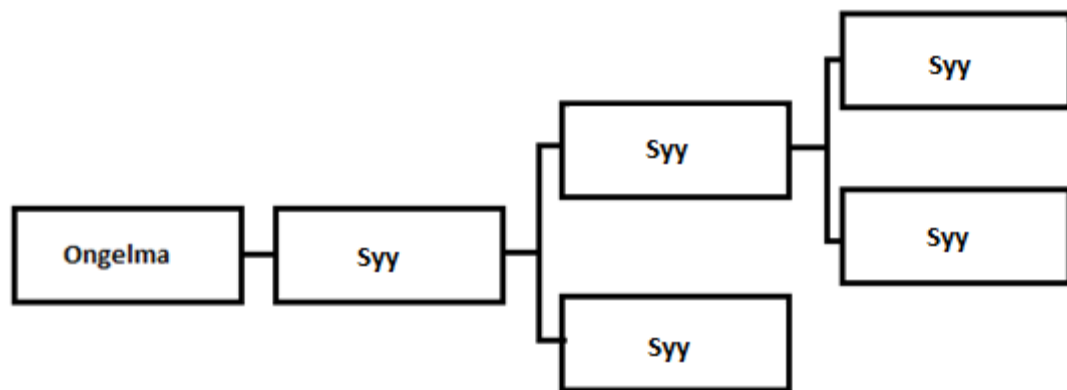
Toisella portaalla pyritään löytämään ongelman juurisyyn. Yksinkertainen tapa juurisyyn löytämiselle on kysyä viisi kertaa ”miksi?” (eng. 5 Whys). Kyseinen tekniikka on lähtöisin Toyotan tuotantojärjestelmästä. Heidän kokemuksena mukaan jokaiselle syyllle on useita alisyitä ja juuri näiden alisyiden selvittämistä vaaditaan ongelmien ratkaisemiseksi. Toyotan kokemusten perusteella ”miksi?” tulee kysyä viisi kertaa, jotta todellinen juurisyyn saadaan selville.

(Duffy 2013, 127-130; Moore 2007, 165, 287-288)

Viiden ”miksi?”-kysymyksen kysyminen on yksinkertainen tapa juurisyyn löytämiselle, eikä se aina tuota haluttua lopputulosta. Tällöin ongelmanratkaisussa voidaan käyttää juurisyysanalyysia (RCA, Root Cause Analysis). Juurisyysanalyysi on todistettavuuteen perustuva syitä ja seurauksia analysoiva ongelmanratkaisutyökalu. Juurisyysanalyysi alkaa ongelman analysoinnilla. Kuviossa 4 on esitelty juurisyysanalyysissä käytettävää syy- ja seurauskaaviota. Ongelmalle pyritään löytämään sen syitä. Menetelmässä ongelman syiden olemassaololle pyritään myös löytämään todisteita. Mikäli syyn

olemassaoloa ei kyetä todistamaan, se jätetään huomiomatta. Menetelmää jatketaan kunnes uusia syitä ongelmalle ei enää kyetä keksimään. Tämän jälkeen aloitetaan potentiaalisten ratkaisujen kehittäminen. Ratkaisuja kehitetään kuvion 4 mukaisesti, oikealta vasemmalle kohti alkuperäistä ongelmaa.

(Moore 2007, 294-295)



KUVIO 4. Syy- ja seurauskaavio (Mukaiillen, Moore 2007, 295)

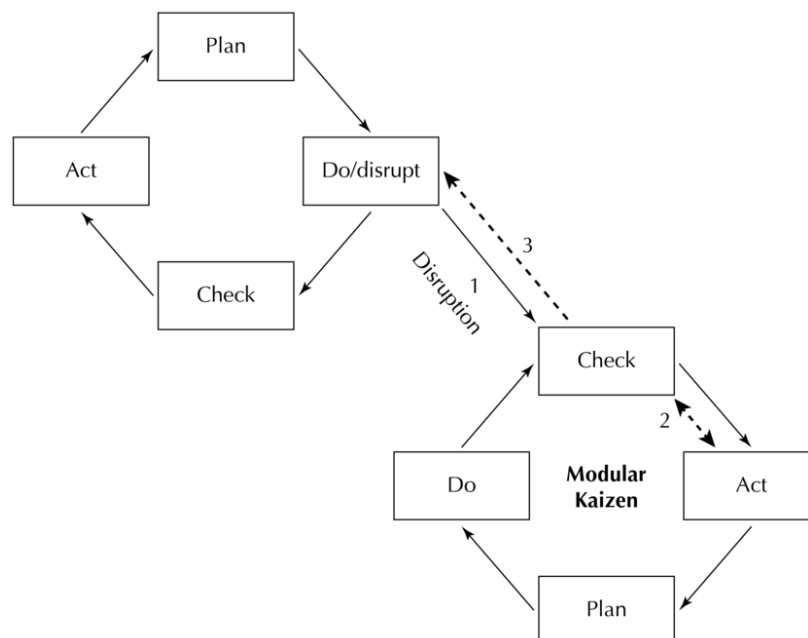
Neljännellä portaalla valitaan paras ratkaisu prosessin kehittämiseen. Modulaarisessa kaizenissa prosesseja kehitetään käyttämällä PDCA- ja DMAIC –syklejä. Kyseisiä ongelmanratkaisutyökaluja käyttämällä joko kehitetään olemassaolevaa prosessia tai suunnitellaan prosessi täysin uudelleen. Valinta PDCA:n ja DMAIC:n välillä riippuu kehitysprojektin laajuudesta. PDCA on hyvin yksinkertainen ja sitä käytetään, kun ratkaisut voidaan tehdä ”maalaisjärjellä”. DMAIC-sykli vaatii huomattavat määrät tiedonkeruuta, mittausta ja analysointia, joten sitä käytetään tehtäessä laajoja muutoksia prosessiin.

(Duffy 2013, 10; Moore 2007, 196-197)

PDCA-syklin nimi on lyhenne sanoista Plan-Do-Check-Act, jotka myös ovat kyseisen syklin neljä eri vaihetta. PDCA-sykli on esitetty kuviossa 5. Modulaarisessa kaizenissa PDCA-sykli alkaa kuvion 5 oikeanpuoleisesta ympyrästä kohdasta Check. Tässä vaiheessa tutkitaan prosessin ongelmia ja pyritään selvittämään niiden syyt. Seuraava vaihe on Act. Tässä syklin vaiheessa on kolme eri toimintavaihtoehtoa:

- 1) Ongelmaa seurataan kunnes se häviää itsestään tai se vaatii korjaustoimia. Korjaustoimia vaadittaessa nimitetään projektiryhmä, joka tutkii ongelmaa tarkemmin ja antaa lopulta raporttinsa ongelmasta. Syklissä palataan takaisin kohtaan Check.
- 2) Prosessiin tehdään nopeita korjaustoimenpiteitä, joiden avulla prosessi saadaan hallintaan. Syklissä siirrytään nuolen 2 mukaisesti takaisin pisteeseen Check, jossa tarkastetaan korjaustoimenpiteiden onnistuminen.
- 3) Mikäli prosessiin ei voida tehdä nopeita korjaustoimenpiteitä tai prosessi vaatii laajempaa korjausta siirrytään kohtaan Plan. Syklin kohdassa Plan tehdään laajoja korjaustoimenpiteitä prosessiin, joilla pyritään estämään alkuperäisen ongelman esiintyminen. Syklin kohdassa Do korjaustoimenpiteet otetaan käyttöön prosessissa. Lopuksi korjaustoimenpiteiden onnistuminen tarkistetaan pisteessä Check.

(Duffy 2013, 17-18)



KUVIO 5. PDCA-sykli (Duffy 2013, 18)

Kun prosessin ongelmat on poistettu, palataan syklissä kuvion 5 nuolen 3 mukaisesti alkupisteeseen. Tässä vaiheessa dokumentoidaan tehdyt korjaustoimenpiteet sekä mahdolliset yllättävät tulokset. On tärkeää jatkaa prosessien seuranta, jotta ongelmien esiintyminen voidaan estää. Mikäli prosessissa esiintyy vaihtelua, toistetaan PDCA-sykli.

(Duffy 2013, 19)

DMAIC-syklin nimi on lyhenne sanoista Define-Measure-Analyze-Improve-Control, jotka ovat myös kyseisen syklin viisi eri vaihetta. DMAIC-sykli on esitetty kuviossa 6. DMAIC-sykli alkaa kuvion 6 vasemmanpuoleisen ympyrän kohdasta Define, jossa määritellään prosessi ja sen ongelmat. Syklin seuraava vaihe on Measure, jossa prosessin ongelmat määritellään sekä pyritään ymmärtämään niiden syyt.

Modulaarisessa kaizenissa seuraava toimenpide riippuu ongelman laajuudesta. Mikäli ongelma on pieni eikä vaadi korjaustoimenpiteitä, pysytään kuvion 6 vasemmanpuoleisessa ympyrässä kohdassa Measure, jossa seurataan prosessia ja kerätään lisätietoja ongelmasta. Mikäli ongelma on laaja siirrytään nuolen 1 mukaisesti oikeaan sykliin kohtaan Measure, jossa tehdään laajoja mittauksia prosessiin sekä pyritään ymmärtämään ongelman syyt.

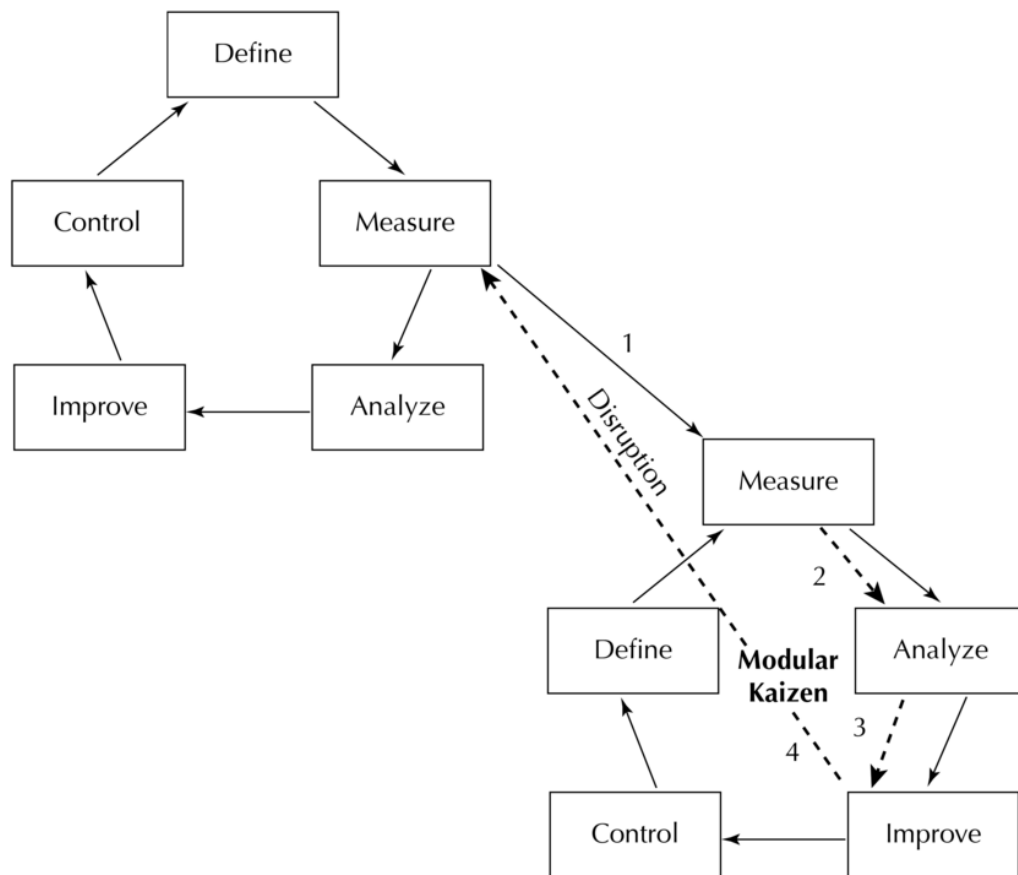
(Duffy 2013, 64)

Seuraavaksi kerättyä tietoa tutkitaan. Tässä syklin vaiheessa on kolme eri toimintavaihtoehtoa:

- 1) Ongelmaa seurataan kunnes se häviää itsestään tai se vaatii korjaustoimia. Korjaustoimia vaadittaessa nimitetään projektiryhmä, joka tutkii ongelmaa tarkemmin ja antaa lopulta raporttinsa ongelmasta.
- 2) Prosessiin tehdään nopeita korjaustoimenpiteitä, joiden avulla prosessi saadaan hallintaan ja samalla luodaan aikaa laajempien korjaustoimenpiteiden suunnittelulle. Seuraavaksi siirrytään nuolen 2 mukaisesti kohtaan Analyze, jossa jatketaan korjaustoimenpiteiden kehittämistä.

- 3) Mikäli prosessiin ei voida tehdä nopeita korjaustoimenpiteitä tai prosessi vaatii laajempaa korjausta siirrytään kohtaan Analyze. Tässä vaiheessa tutkitaan kerättyä tietoa sekä pyritään löytämään ratkaisuja ongelmaan. Kun ongelmaan on löydetty ratkaisu siirrytään kohtaan Improve, jossa tarkastellaan korjaustoimenpiteiden onnistumista. Kun ongelma on ratkaistu siirrytään nuolen 4 mukaisesti takaisin syklin alkuun.

(Duffy 2013, 64-66)



KUVIO 6. DMAIC-sykli (Duffy 2013, 66)

Mikäli ongelma on niin laaja, että korjaustoimenpiteet muuttavat Define-vaiheessa tehtyä prosessin määrittystä siirrytään Improve-vaiheesta Control-vaiheeseen. Control-vaiheessa määritellään prosessin uudet oletusarvot tai määritellään prosessin uudelleensuunniteltavaksi. Mikäli prosessi joudutaan suunnittelemaan kokonaan uudestaan siirrytään kuvion 6 oikean ympyrän kohtaan Define, joka aloittaa prosessinkehityssyklin uudelleen. Prosessin uudelleensuunnittelu vaatii täyttä syklin läpikäyntiä.

(Duffy 2013, 67)

6 KEHITYSKOHTTEEN ESITTELY

Kehitystyön kohteena oli kuvassa 1. oleva kerrospuristin. Kyseisellä puristimella valmistetaan kahdessa vuorossa kahdenkokoisia kumikalvoja. Jättikalvo on noin 4,5 metriä pitkä ja 1,5 metriä leveä. Kokonaispainoa kalvolla on 62 kilogrammaa. Lisäksi puristimella valmistetaan noin kaksi kolmannesta pienempää pikkukalvoa. Kehitystyön tarkoituksena oli kuitenkin lähinnä jättikalvon saannon lisääminen, pikkukalvon saanto tulisi kasvamaan itsestään uusituilla menetelmillä. Alkutilanteessa keskimääräinen vuorokausituotto kummaltakin vuorolta oli 13-14 kalvoa. Tavoitteeksi asetettiin saannon lisääminen yhdellä kalvolla vuoroa kohti. Kalvojen paistoaika vaihtelee 40 ja 50 minuutin välillä materiaalista riippuen, eikä paistoaajan lyhentäminen ole mahdollista. Saantoa tuli siis kasvattaa vaihtoaikaa pienentämällä. Tavoitteen saavuttamiseksi vaihtoaika tuli saada 7,5 minuuttiin.



KUVA 1. Kerrospuristin (Kuva: Jussi-Petteri Miinalainen 2015)

7 KEHITYSTYÖ

Tuotantosolulle ei ole aikaisemmin tehty minkäänlaisia työohjeita, joten työntekijät ovat joutuneet itse kehittämään omat työskentelytapansa. Tästä johtuen heidän työtapansa eroavat toisistaan ja myös vaihtoajoissa on kohtuullisen suuri ero. Kehitystyö aloitettiin seuraamalla ja videoimalla kahden eri työntekijän työskentelyä. Työntekijöiden työskentelyä videoitiin kerran. Videoiden paikkansapitävyys tarkastettiin mittaamalla vaihtoaika kellon avulla kolmesti. Videoiden pohjalta suoritettiin yhdistetty menetelmä ja ajankäyttötutkimus. Saatuja tuloksia käytettiin työmenetelmien ja -tapojen optimointiin, uusien apuvälineiden hankintaan sekä lopuksi työohjeen luomiseen (Liite 1).

7.1 TYÖNMITTAUS

Taulukossa 1 on esitetty videoiden pohjalta saatuja tuloksia. Työntekijöiden tekemien käsityövaiheiden kokonaisaika eroaa toisistaan 110 sekuntia. Syynä tähän on eroavaisuudet työvaiheiden määrässä. Työntekijä 1 suorittaa kalvon vaihdossa työvaiheita, jotka työntekijä 2 tekee kalvon paiston aikana valmistellessaan seuraavaa vaihtoa.

Kappaleessa 3.3 esitetyllä normaaliajalla tarkoitetaan aikaa, joka keskinkertaisen ammattitaidon omaavalla työntekijällä kuluu tietyn työtehtävän suorittamiseen. Tehdyn työnmittauksen tarkoituksena oli tämän normaaliajan selvittäminen. Työntekijöillä on lähes yhtä paljon työkokemusta kehitettävässä solussa työskentelystä, joten normaaliaika voidaan määrittää työntekijä 2:n mukaan.

Työntekijä 2:n videossa ja kellolla tehdyissä tarkastusmittauksissa on noin 30 sekunnin ero. Tämä johtuu videoidussa työtapahetkessä esiintyneistä ongelmista. Valmis kalvo pyrki muotista nostettaessa purkautumaan nostoputken ympäriltä. Määritettäessä normaaliaikaa tämän kaltaiset häiriöt huomioidaan määrityksessä. Kalvon vaihdolle normaaliajaksi muodostuu siis 610 sekuntia.

TAULUKKO 1. Työmittaustulokset, aikayksikkönä on sekunti

Työvaiheet	Työntekijä 1	Työvaiheet	Työntekijä 2
Ulosajo	100	Ulosajo	100
Kalvon irrotus muotista	40	Kalvon irrotus muotista	17
Ylämuotin voitelu	50	Nostinputken siirto	7
Kalvon rullaus	20	Nostimen kiinnitys	18
Nosturin siirto	10	Kalvon siirto	38
Nostinputken siirto	5	Nostinputken siirto	7
Nostimen kiinnitys	20	Nostimen siirto	15
Kalvon siirto	25	Valmiin kalvon avaus	8
Nostinputken siirto	8	Alamuotin voitelu	30
Nostimen kiinnitys	10	Ylämuotin voitelu	115
Valmiin kalvon avaus	12	Reunanauhan laitto vasen	37
Alamuotin voitelu	30	Reunanauhan laitto oikea	33
Ylämuotin voitelu	60	Nostimen kiinnitys	20
Reunanauhan veto rullasta	15	Kalvon siirto	37
Reunanauhan laitto oikea	41	Nostimen siirto	16
Reunanauhan laitto vasen	35	Kalvon asettelu	42
Kalvon nosto	30	Sisäänajo	100
Kalvon alkupään asettelu	15		
Nostimen siirto	25		
Kalvon aukirullaus	13		
Nurkkien leikkaus	16		
Lisäpalojen laitto	70		
Sisäänajo	100		
Kokonaisaika	750	Kokonaisaika	640

7.2 TYÖMENETELMÄT

Solun kehityksessä tavoitteena oli kalvon vaihtoajan saaminen 7,5 minuuttiin eli 450 sekuntiin. Kappaleessa 6.1 esitetyn normaaliaikatutkimuksen perusteella kalvon vaihdolle normaaliaika on 610 sekuntia. Tavoitteeseen pääseminen vaati vaihtoajan lyhentämistä 160 sekunnilla. Vaihtoaikaa lähdettiin lyhentämään kappaleessa 4.1.1 esitetyn DMAIC-syklin avulla.

DMAIC-sykli alkoi määrittelyvaiheella (eng. define). Määrittely on esitetty 6.1 tehdyssä työnmittauksessa. Kalvon vaihdon normaaliaika on 610 sekuntia, josta oli poistettava 160 sekuntia. DMAIC-syklin seuraava vaihe oli mittausvaihe (eng. measure). Mittausvaiheessa prosessia mitattiin ja mittaustuloksista pyrittiin ymmärtämään syyt prosessissa esiintyviin ongelmiin. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Kappaleen 4.1.1 mukaan, syklin tässä vaiheessa on kolme eri toimintavaintoehtoa. Koska vaihtoaikaa pyrittiin lyhentämään pysyvästi, siirryttiin syklissä analysointivaiheeseen (eng. analyze).

Analysointivaiheessa tutkittiin aiemmin saatuja mittaustuloksia (Taulukko 1) ja pyrittiin löytämään ratkaisuvaihtoehtoja vaihtoajan nopeuttamiseksi. Muotin sisään- ja ulosajoon kuluu aikaa yhteensä 200 sekuntia. Tätä aikaa ei kyetty lyhentämään, koska muotin liikenopeutta rajaavat koneturvallisuusstandardit. Muotin liikkeen nopeuttaminen olisi vaatinut kerrospuristimen suoja-alueen huomattavaa laajentamista, joka ei solun rajatusta koosta johtuen ollut mahdollista.

Vaihtoaikaa tuli siis pienentää kehittämällä tai poistamalla taulukossa 1 esitettyjä työvaiheita. Eniten aikaa vievä työvaihe oli irrotusaineen suihkuttaminen ylämuotille. Tämän työvaiheen poistamisella saatiin kalvon vaihtoaikaa lyhennettyä noin 120 sekuntia. Irrotusaineen suihkutusmenetelmän kehittämisestä kerrotaan tarkemmin kappaleessa 6.4. Muiden työvaiheiden poistaminen ei ollut mahdollista, joten seuraavaksi pyrittiin löytämään kehitysvaihtoehtoja taulukossa 1 esitettyihin työvaiheisiin.

Kehitetyskohteeksi määrittyi solussa käytetty nostoapuväline. Nostoapuväline ei ollut solun tarpeiden mukaan suunniteltu ja sen käyttö lisäsi vaihtoaikaan huomattavan määrän hukkasekunteja. Nostoapuvälineestä on kerrottu tarkemmin kappaleessa 6.2. Uuden nostoapuvälineen arvioitiin poistavan vaihtoajasta tavoitteeseen pääsemisen vaatimat 40 sekuntia. DMAIC-syklin seuraava vaihe oli parannusvaihe (eng. improve). Tässä vaiheessa tehdään prosessiin korjaustoimenpiteet ja tarkastellaan niiden onnistumista. Lopuksi palataan syklin alkuun. Opinnäytetyössä ei päästy tarkastelemaan korjaustoimenpiteiden onnistumista, koska uudet apuvälineet odottavat toimitusta. Korjaustoimenpiteiden onnistumisen tarkastaminen jääkin opinnäytetyön tilaajayrityksen tehtäväksi.

Kappaleen 4.1 mukaan yksi kaizenin perussäännöistä on standardisointi. Seuraavaksi solulle tehtiin työohje (Liite 1). Taulukossa 2 on esitetty uuden työohjeen mukaisesti tehdyn työn arvioitu normaaliaika sekä ohjeen mukaiset työvaiheet. Työohjeessa pyrittiin siirtämään mahdollisimman paljon työvaiheita paiston aikana tehtävään valmisteluvaiheeseen.

TAULUKKO 2. Arvioitu vaihto aika, aikayksikkönä on sekunti

Työvaiheet	
Ulosajo	100
Kalvon irrotus muotista	15
Nostimen kiinnitys	15
Kalvon siirto	25
Nostimen siirto	10
Valmiin kalvon avaus	10
Alamuotin voitelu	30
Reunanauhan laitto vasen	35
Reunanauhan laitto oikea	35
Nostimen kiinnitys	5
Kalvon siirto	30
Nostimen siirto	10
Kalvon asettelu	30
Sisäänajo	100
Kokonaisaika	450

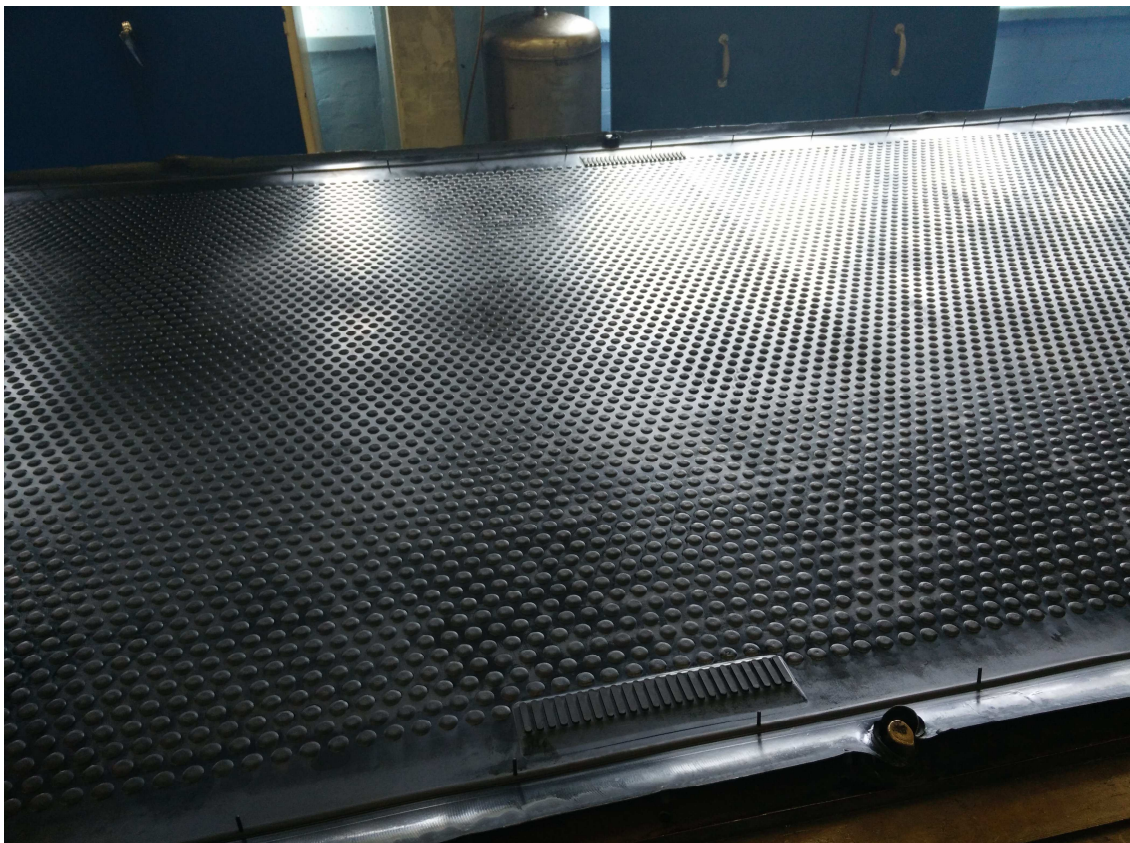
7.3 NOSTOAPUVÄLINE

Solussa käytettiin nostoapuvälineenä kuvassa 2 olevaa nosto-orren ja putken yhdistelmää. Kyseisestä nostoapuvälinettä ei ole suunniteltu solun tarpeiden mukaisesti. Vaihtoajan kannalta kaksiosainen nostoapuväline on huono, koska putken siirtämiseen ja nosto-orren kiinnittämiseen kuluva aika on on luvussa 4.1 käsiteltyä hukkaa, joka on eliminoitava.



KUVA 2. Solussa käytetty nostoapuväline (Kuva: Jussi-Petteri Miinalainen 2015)

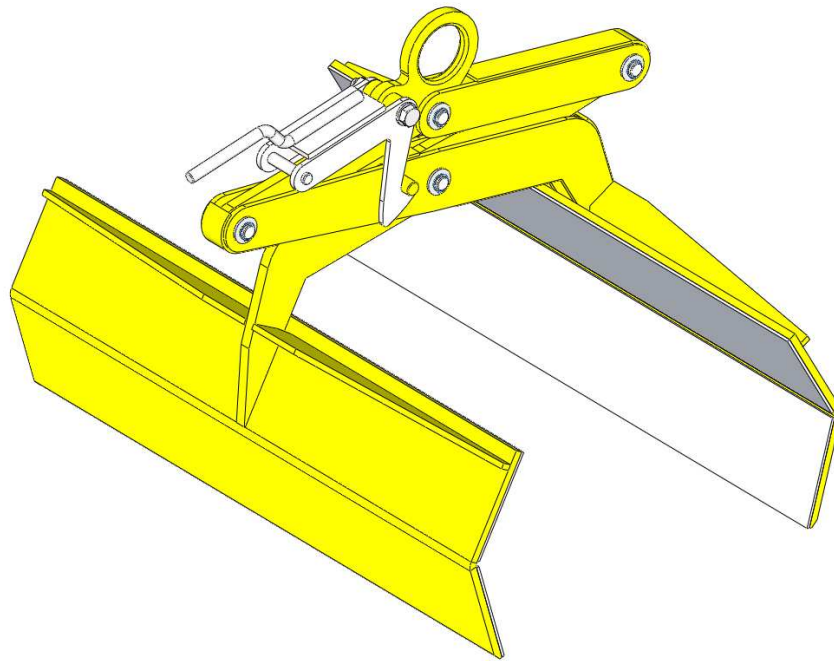
Uudella nostovälineellä tavoiteltiin turhan liikkeen poistumista. Rajaavina tekijöinä oli valmiin kalvon korkea lämpötila sekä epätasainen pinta. Alkuperäisenä tavoitteena oli nostoapuväline, jota käytettäessä kalvoa ei tarvitsisi rullata, koska myös rullaamiseen kuluva aika on hukkaa. Valmiin kalvon pinnanmuodot (Kuva 3) kuitenkin estivät imukuppeihin perustuvan ratkaisun, joka olisi mahdollistanut kalvon nostamisen ilman rullaamista.



KUVA 3. Valmis kalvo (Kuva: Jussi-Petteri Miinalainen 2015)

Nopein nostotapa rullalle on ulkopuolelta tarttuminen, koska nostoapuvälineen pujottaminen rullan sisään vie turhaa aikaa. Nostettavien kalvorullien ulkohalkaisija vaihtelee 25-35 senttimetrin välillä. Vaihteleville halkaisijoille parhaiten soveltuu saksinostin, koska se on mahdollista mitoittaa kohtuullisen laajalle halkaisija-alueelle. Kuviossa 4. on esitelty nostoapuväline, jonka hankintaan päädyttiin. Kyseinen nostoapuväline on mitoitettu nostettavien rullien mittojen mukaan. Maksimikuormitettavuus sillä on 125 kilogrammaa. Lisäksi nostimen pohjassa on kumilista, jonka tarkoituksena on estää muotin naarmuuntuminen.

Nostoapuväline hankitaan Satateräs Oy:ltä, koska he ovat jo aikaisemmin valmistaneeet kyseisiä nostimia. Nostinta ei siis jouduta suunnittelemaan alusta alkaen, uudelleen mitoittaminen riittää. Vähäinen suunnittelutarve pienentää hankintakustannuksia. Opinnäytetyön tilaajayrityksen pyynnöstä johtuen takaisinmaksulaskelmia ei esitetä tässä opinnäytetyössä.



KUVIO 4. Saksinostin (Satateräs Oy)

7.4 IRROTUSAINEEN SUIHKUTUS

Irrotusaineen suihkutus ylämuotille oli tärkeimpiä muutoskohteita monesta eri syystä johtuen. Kappaleessa 3.2 kerrotaan menetelmätutkimuksen yhden tavoitteen olevan työergonomian parantaminen. Irrotusaine ruiskutettiin käsiruiskulla kurottamalla kerrospuristimen kyljessä olevien luukkujen kautta. Työntekijöiden mukaan kyseinen menetelmä aiheutti huomattavaa raskautta selälle ja polville. Kappaleessa 6.2 kerrotaan irrotusaineen suihkuttamisen kehittämisen olevan tarpeellista myös ajankäytöllisten syiden vuoksi.

Opinnäytetyön johdosta tilaayrityksessä käynnistettiin projekti alihankkijan kanssa, jonka tavoitteena on automaattisen ruiskutusjärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Järjestelmä tullaan toteuttamaan ruiskuventtiilivillä, joka asennetaan alamuotin päätäyn. Ajattaessa muotti ulos järjestelmä ruiskuttaa irrotusaineen ylämuotille. Vaatimuksena ruiskutusjärjestelmällä on käytössä olevien venttiilien määrän säädettävyys, koska kerrospuristimella valmistettava pienempi kalvo on huomattavasti suurempaa kalvoa kapeampi. Lisäksi järjestelmän tulee pystyä itse tyhjentämään irrotusaineen siirrossa käytetyt letkut tukosten välttämiseksi.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli nostaa tuotantosolun saantoa pienentämällä kalvon vaihtoaikaa. Parannuksia tehtiin uuden työohjeen sekä apuvälinehankintojen avulla.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin pienennettyä kalvon vaihtoaikaa tavoitteiden vaatimalle tasolle. Tuloksen luotettavuuden varmistamiseksi tilaajayrityksen tulisi suorittaa uusi työnmittaus, kun opinnäytetyön johdosta hankitut apuvälineet on otettu käyttöön. Työntekijöiden muutosvastaisuuden varalta työnjohdon tulisi keskustella työntekijöiden kanssa ja varmistaa, että he toimivat uuden työohjeen mukaisesti.

Kehitystyö tehtiin käyttäen ”maalaisjärkeä”. Jälkikäteen oli kuitenkin huomattavissa kehitystyön eteneminen modulaarisen kaizenin kehitystyökalujen mukaisesti. Voitaneenkin siis todeta näiden työkalujen käyttämisen tapahtuneen lähestulkoon vahingossa. Työntutkimuksessa hyödynnettiin alusta asti aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.

Työtä voidaan pitää kaikin puolin onnistuneena. Työ tarjosi paljon uutta tietoa ja kokemusta prosessin kehityksestä, eri kaizen-järjestelmien käyttämistä kehitystyökaluista, työnmittauksesta sekä niiden soveltamisesta käytännössä.

Jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaan kehityshankkeen valmistumisen jälkeen on aika alkaa pohtia seuraavaa kehittämistarvetta. Tuotantosolun saantoa ei ole enää mahdollista lisätä kalvon vaihtoajan pienentämisellä. Saantoa on kuitenkin mahdollista lisätä keskimäärin yhdellä kalvolla vuorokautta kohden kehittämällä toimintaa vuoronvaihdoissa. Nykyisin kalvojen paistaminen lopetetaan, kun työntekijä ei enää ehdi oman vuoronsa aikana viimeistelemään kalvoa. Kerrospuristin voi tästä johtuen olla seisoksissa jopa 45 minuuttia. Saannon maksimoimisen kannalta olisikin tärkeää, että kerrospuristin olisi toiminnassa myös vuoronvaihdon aikana, vaikka se tarkoittaisi kalvon viimeistelyn jäämistä seuraavan vuoron tehtäväksi.

Työntekijöiltä saadun palautteen mukaan solussa on kehitettävää vielä työturvallisuudessa ja järjestyksessä. Työturvallisuudessa parannuskohteita on esimerkiksi valaistus. Kerrospuristimen ja ikkunoiden välinen valaistus ei ole riittävä turvalliseen työskentelyyn. Koneen sisällä oleville valoille tulisi myös hankkia katkaisija koneen ulkopuolelle. Solun järjestys kaipaa myös kehitystä. Esimerkiksi

paikkauskoneen paloille ja paikkauksessa käytetyille aineille ei ole määrättyä paikkaa. Tämä aiheuttaa toistuvaa tarvikkeiden ja työkalujen etsimistä. Täyden 5S-järjestelmän luominen ei ole tarpeellista, mutta esimerkiksi hyllyn hankkiminen näille tarvikkeille parantaisi yleistä järjestystä huomattavasti.

LÄHTEET

EK-SAK tuottavuustyöryhmä. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Teknologiateollisuus ry. Luettu 4.10.2015.

http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannusta_va_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf

Evans, C. Holmes, L. 2013. Re-Tayloring Management: Scientific Management a Century on. Gower

Sarkar, D.2006. 5S for Service Organizations and Offices. American Society for Quality

Moore, R. 2006. Selecting the Right Manufacturing Tools: What Tool? When?. Butterworth-Heinemann

Duffy, G. 2013. Modular Kaizen. American Society for Quality

Kuvio 1: <http://clinmedjournals.org/articles/ijaa/ijaa-1-018-g001.gif>

Kuvio 3: http://www.kaizenworld.com/Media/5s-explanation_med_hr.jpeg

Kuvio 4: http://www.satateras.fi/galleria/gallery_images/nostoapuval/Paroc_Tarrain-125kg_tn.jpg

Teknikum Oy. Konserniesite. Luettu 2.12.2015. <http://www.jips.fi/esitteet/teknikum/>

LIITTEET
Liite 1. Työohje

Työohje



Sisällys

Valmistelu.....	3
Vaihto.....	6
Viimeistely.....	11

- **Valmistelu**



- Leikkaa rullasta 4150mm (4m 15cm) pitkä kaistale
- Leikkaa reunanauhaa noin 11 metriä valmiiksi



- Pyöristä kalvon kulmat saksilla
- Punnitse kalvo, painon tulisi olla noin 60kg
- Tarvittaessa leikkaa tavoitepainon saavuttamiseksi lisäpaloja
- Rullaa kalvo, kulmien pyöristämisestä jääneet palat sekä mahdolliset lisäpalat rullataan kalvon mukaan

- **Vaihto**



- Paiston päättyessä kone ajaa muotin ulos puristimesta
- Irroita kalvo muotista, rullaa se ja nosta sivuun



- Ruiskuta irroitusainetta alamuotille



- Asettele reunanauha muotin uraan



- Asettele uusi kalvo keskelle muottia
- Käynnistä paisto

- **Viimeistely**



- Leikkaa kalvosta purseet



- Anna kalvon jäähtyä huoneen lämpötilaan
- Tarvittaessa käytä jäähdytysallasta



- Asettele jäähtynyt kalvo mittapöydälle
- Oikean kokoinen kalvo asettuu mittapöydän uriin



- Mittaa kalvon kovuus tarkastuspöytäkirjaan merkityistä paikoista
- Kovuuden toleranssi on 58 ± 5
- Merkitse tulokset tarkastuspöytäkirjaan



- Mittaa kalvon reunan paksuus tarkastuspöytäkirjaan merkityistä paikoista
- Merkitse tulokset tarkastuspöytäkirjaan



- Pakkaa kalvo tarkastusten ja mahdollisen paikkauksen jälkeen